

高脂血症ラットにおける焼酎粕添加食の 血液データ改善効果について

浅川晶子¹, 川北久美子¹, 小松洋一², 小川恒夫¹

¹生理学研究室; ²応用栄養学研究室

2007年11月4日受付; 2008年1月29日受理

The effect of shochu-kasu on blood lipid level in rats fed with high lipid diet

Akiko Asakawa¹, Kumiko Kawakita¹, Yoichi Komatsu²
and Tsuneo Ogawa¹

¹The Laboratory for Physiology and ²The Laboratory for Nutritional Science, Dept. of Nutritional Science,
Faculty of Health and Nutrition, Minami Kyushu University, 5-1-2
Kirishima, Miyazaki, 880-0032, Japan

Received November 4, 2007; Accepted January 29, 2008

[Background] Although a lot of shochu-kasu is produced during the solid-liquid separation in the distillation process of shochu, almost all of it is discarded as an industrial waste. The effect of feeding shochu-kasu on blood and fat tissue was investigated in rats fed with high lipid diet. **[Methods]** Eight week male Sprague Dawley (SD) rats were divided into three groups as follows: (1) SD rats were fed with an ordinary diet based on the AIN-93G diet (C-C group). (2) SD rats were fed with a high lipid diet, in which 10% lard and 2% cholesterol were added on the ordinary AIN-93G diet (HF group). (3) The rats were fed with a high lipid diet supplemented with 5% powdered shochu-kasu (HF-S group). Shochu-kasu powder was made by drying the liquid shochu lees at 50°C and then crushing. Ten days later, blood was taken and the rats were dissected. **[Results]** Plasma total cholesterol and triglyceride levels and white fat weight surrounding the kidney were significantly increased and plasma HDL-cholesterol level was significantly decreased in the HF rats compared to the C-C rats. In the HF-S rats, most of these changes were reversed significantly compared to the HF rats. **[Conclusion]** It is expected that shochu-kasu can be beneficial for the treatment of hyperlipidemia.

Key words: shochu-kasu, hyperlipidemia.

はじめに

近年、日本人の食生活は欧米化が進み、生活習慣病である肥満や高血圧、高脂血症等は年々増加傾向を示している。高脂血症は冠動脈硬化症の成因として最も重要な因子として位置付けられており、中でも高コレステロール血症や低HDLコレステロール血症は虚血性心疾患発症との関係が明らかにされている。また、心疾患、脳血管疾患による死亡は日本人の死因順位の2位と3位という高い位置にある¹⁾。平成17年国民健康・栄養調査結果によると、40歳以上の脂質異常者（高脂血症有病者）は全体の17.8%と高い状況である。2005年に発表されたメタボリックシンドロームの診断基準

でも血清中性脂肪値、HDLコレステロール値が取り上げられ、血清脂質は重要な因子とされている²⁾。

近年多量の焼酎粕が産業廃棄物として処理されている³⁾が、焼酎粕には種々の栄養成分や生理活性物質が含まれていると考えられることから、我々は1型糖尿病の血糖コントロールに与える影響をストレプトゾトシン誘発糖尿病ラットにおいて検討し、その改善効果が示唆されるという報告を昨年行った。今回、高脂血症ラットにおいて焼酎粕が血液データに与える影響を検討し、あわせて体重変化、脂肪細胞重量、肝臓重量の測定を行い、それらに対する影響も検討したので報告する。

実験方法

1. 実験材料および飼料の調製

実験に使用した焼酎粕は、麦焼酎粕を用いた。焼酎粕は水分含量が高いため（水分90.0%）⁴⁾、真空凍結乾燥機（共和真空技術（株）製RLE-103型）を使用し30℃の条件下で3日間凍結乾燥させた。乾燥した焼酎粕をミキサーで粉碎したものを焼酎粕粉末とし、基本飼料に混合して使用した。飼料は通常食、高脂肪食および焼酎粕添加食の3種とした。各々の飼料組成を表1に示す。通常食はAIN-93Gに準じて調製した。高脂肪食は通常食にコレステロール、胆汁酸、ラードを添加した。焼酎粕添加食は高脂肪食のセルロースを焼酎粕に置き換え、その配合割合はセルロースと同じく5%とした。

2. 実験動物および飼育方法

実験には8週齢のSD系雄性ラット（（株）九動）を使用した。市販固形飼料で一週間予備飼育後、 $n=4$ で無作為に3群に分けた。コントロール群（C-C）は通常食、高脂肪食群（HF）は高脂肪食、焼酎粕添加食群（HF-S）は焼酎粕添加食でそれぞれ10日間飼育した。

3. 測定項目

1) 総コレステロール（T-CHO）、中性脂肪（TG）、HDLコレステロール（HDL-C）の測定：T-CHO、TGは実験開始時、7日目、10日目（終了時）の3回、HDL-Cは終了時に測定を行った。開始時、7日目の採血は後足静脈から行い、遠心分離後（3000 rpm, 15min）血清を採取した。いずれも採血は6時間の絶食の後に行った。終了時はエーテル麻酔下で心臓採血を行い、遠心分離後血清を採取した。T-CHOは富士ドライケムスライドTCHO-PⅡ、TGは富士ドライケムスライドTG-PⅢ、HDL-Cは富士ドライケムスライドHDL-C-PⅢで測定した。

2) 体重の測定、食餌摂取量の測定：体重は開始時、

7日目、終了時に測定した。食餌摂取量は全飼育期間の摂取量を測定した。飼料および水は自由摂取とした。

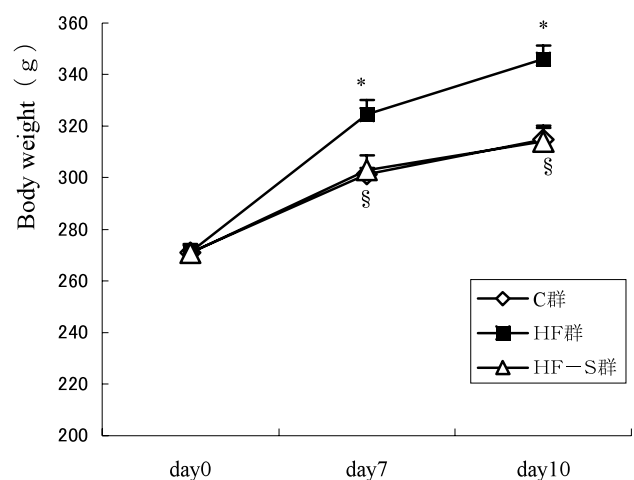
3) 脂肪重量、肝臓重量の測定：解剖時に腎臓周囲および睾丸周囲の白色脂肪細胞を採取し、脂肪量として重量測定した。肝臓重量は摘出した肝臓の重量を測定した。

4. 統計処理

各群間の有意差検定はExcel統計ver.6を用い、多群間比較検定により行った。

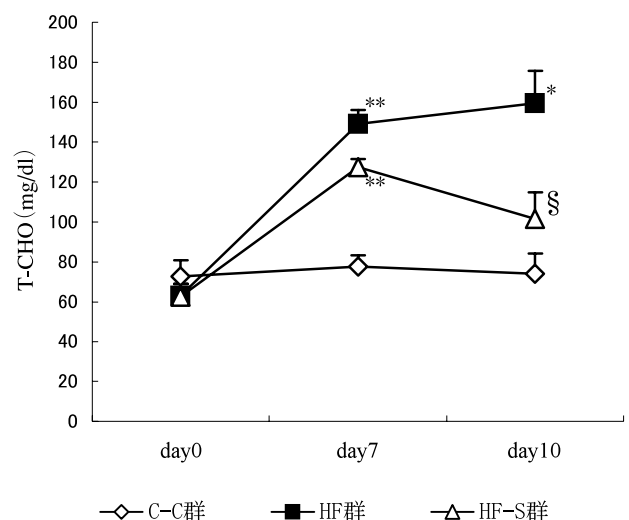
結果

体重について図1に示す。高脂肪食群（HF群）ではコントロール群（C-C群）に比べ7日目、10日目とも有意に増加していた（ $p<0.05$ ）。高脂肪食に焼酎粕を



*; $p<0.05$ (v.s.C-C), §; $p<0.05$ (v.s. HF)

図1. 体重の変化

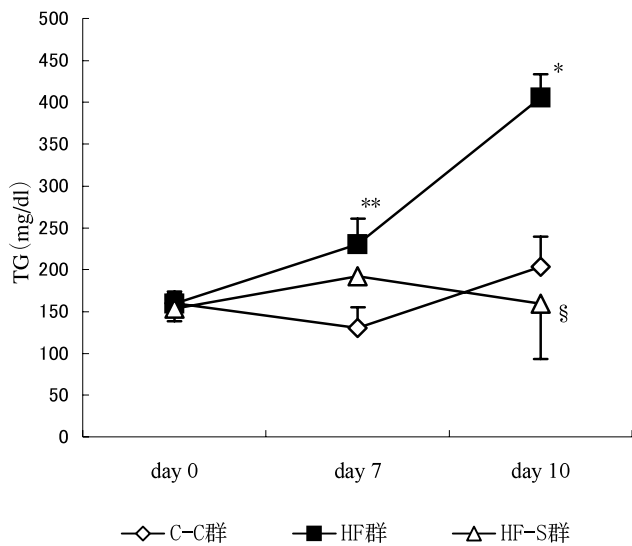


*; $p<0.05$, **; $p<0.01$ (v.s. C-C), §; $p<0.05$ (v.s. HF)

図2. T-CHOの変化

表1. 飼料組成

組 成	コントロール食	高脂肪食	焼酎粕添加食
カゼイン	20	20	20
L-シスチン	0.3	0.3	0.3
デンプン	52.95	40.45	40.45
スクロース	10	10	10
大豆油	7	7	7
セルロース	5	5	—
ミネラル混合	3.5	3.5	3.5
ビタミン混合	1	1	1
コリン	0.25	0.25	0.25
ブチルヒドロキノン	0.0014	0.0014	0.0014
コレステロール	—	2	2
胆汁酸	—	0.5	0.5
ラード	—	10	10
焼酎粕	—	—	5
	100.0014	100.0014	100.0014 (%)



*, $p < 0.05$, **, $p < 0.01$ (v.s. C-C), §; $p < 0.05$ (v.s. HF)

図3. TGの変化

添加した焼酎粕添加食群 (HF-S群) は, HF群に比して7日目, 10日目とも有意に体重増加が抑制された ($p < 0.05$).

飼育期間中の飼料の総摂取量はC-C群 190.9 ± 11.09 g, HF群 207.3 ± 14.32 g, HF-S群 203.6 ± 12.70 gであった. HF群, HF-S群ともにC-C群に比べ有意に摂食量が多かった. HF-S群は5%焼酎粕添加食であり, 焼酎粕の総摂取量は10.18gで, 1日あたりの摂取量は1.02gであった.

T-CHOの結果を図2に示す. 7日目の測定でHF群, HF-S群ともにC-C群に比較し有意に上昇した. しかし10日目ではHF群は引き続き有意に高値を示していたのに対し, HF-S群ではその傾向は見られず, HF群に比して有意に低い測定結果を示した.

TGの結果を図3に示す. 7日目, 10日目ともにHF群はC-C群に比べ有意に高値を示した. 10日目ではHF-S群はHF群に比して有意に低い結果であった.

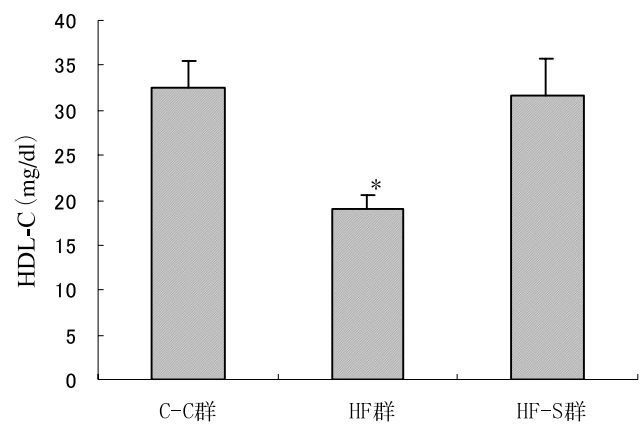
HDL-Cの結果を図4に示す. HF群はC-C群に比べ有意に低い値であった. HF-S群ではC-C群と差は見られなかった.

解剖時に摘出した白色脂肪細胞の重量測定結果を図5に示す. 腎臓周囲の白色脂肪細胞量はHF群で有意に多かった. HF-S群はHF群に比べ有意に増加が抑えられていた. 睾丸周囲の白色脂肪細胞量は有意差は見られなかったがHF群で多い傾向がみられた.

摘出した肝臓の重量測定結果を図6に示す. C-C群に比べHF群の肝臓は有意に重く, またHF-S群との比較でも有意に重い結果だった. HF群は肉眼観察において, 白く肥大し脂肪肝の状態が観察された.

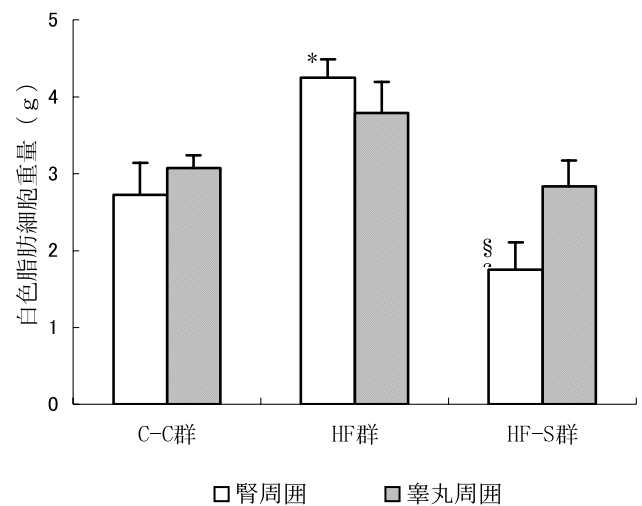
考 察

焼酎粕を高脂肪食に添加しその効果を検討した結果, 高脂肪食摂取に伴う体重増加の抑制, T-CHO,



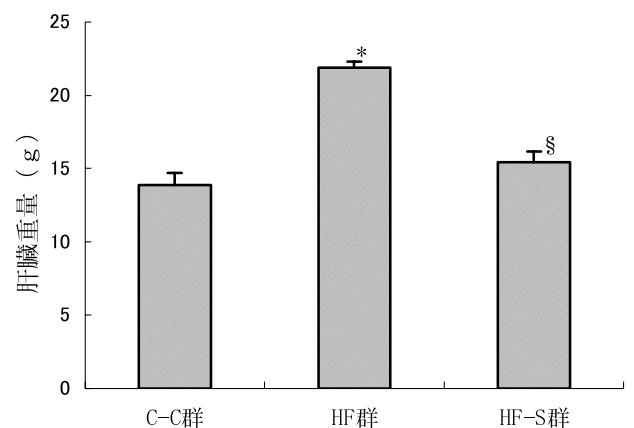
*, $p < 0.05$ (v.s. C-C)

図4. HDL-Cの変化



*, $p < 0.05$ (v.s. C-C), § §; $p < 0.01$ (v.s. HF)

図5. 白色脂肪細胞重量



*, $p < 0.05$ (v.s. C-C), §; $p < 0.05$ (v.s. HF)

図6. 肝臓重量

TGの上昇の抑制, HDL-C低下の抑制が確認された。体重の増加抑制について食餌摂取量を比較したが, 高脂肪食群, 焼酎粕添加食群ともにコントロール群に比べ有意に多かった。しかし体重が有意に増加したのは高脂肪食群であり, 焼酎粕添加食群はコントロール群と差は見られなかった。このことより焼酎粕の添加が体重増加の抑制に働いたことが示唆される。

T-CHO, TGの上昇も焼酎粕の添加で抑制された。高脂肪食による高脂血症発症の機序は, 高脂肪食により肝臓に取り込まれる食餌由来のコレステロール量が増加し, これが肝臓に存在するLDL受容体の働きを抑え, 血中にLDLが停滞し増加することにより高脂血症が起こるとされている⁵⁾。これは焼酎粕がコレステロールの吸収を阻害または体外への排泄を促進させる働きを呈したのではないかと考えられる。使用した焼酎粕は濃縮液の状態, 成分中水分に次いで多いものが粗タンパク質である⁴⁾。植物性タンパク質による血清脂質濃度の改善効果は報告があり, 中でも植物中でタンパク質含量が非常に多い大豆において, 大豆タンパク質のコレステロール低下作用が報告されている⁶⁾。大豆タンパク質は消化管からのコレステロール, 胆汁酸の吸収を減少させ胆汁酸の糞中排泄量を増加させる。同様の作用が植物タンパク質を多く含む焼酎粕でも考えられる可能性があり, 今後より検討を深めていきたい。また, 今回使用した麦焼酎粕の特徴として, 大麦細胞壁由来の多糖類(アラビノキシラン)やポリフェノールが含まれている⁴⁾。ポリフェノールによるコレステロールの低下機序として, ポリフェノールの一つであるカテキンにおいては, 消化管内でカテキンがコレステロールと不溶性の沈殿を生じ消化管からのコレステロールの吸収を抑制されると考えられている⁷⁾。このようなカテキンに代表されるポリフェノールの作用と焼酎粕に含まれる植物性タンパク質の作用の相乗効果によりT-CHO, TGの上昇が抑制されたのではないかと考察される。

焼酎粕の添加により白色脂肪細胞重量の有意な増加抑制が見られた。脂肪細胞は白色脂肪細胞と褐色脂肪細胞に分類され, 白色脂肪細胞は単一の大脂肪滴を有する細胞であり皮下や内臓諸器官の周囲に分布する⁸⁾。肥満に伴い増加するのは白色脂肪細胞であり, 細胞内に大量の中性脂肪を蓄え蓄積する。この白色脂肪細胞の増加抑制および前述の体重増加の抑制には, 焼酎粕に含まれる多数の有機酸が関与しているのではないかと考えられた。焼酎粕にはクエン酸を主体とする有機酸が多く含まれており⁹⁾, エネルギー消費の中心となるクエン酸サイクルの活性による白色脂肪細胞の燃焼が起こり, 体重増加の抑制に繋がったことも考えられる。

焼酎粕の添加により肝臓重量の増加が抑制された。望月らの研究^{10), 11)}で, オロチン酸誘発脂肪肝ラットに焼酎粕を与えると脂肪肝が抑制されたとの報告がある。我々の実験においても高脂肪食への添加により肝臓重量の増加が抑制され, 肉眼観察においても脂肪肝の発症は阻止されていた。望月らはこの効果は焼酎粕中の麹菌と酵母の微生物代謝を経ることにより生成する水溶性成分によるものではないかと考察している。本実験においても特定出来ていないが焼酎粕中の機能

成分により肝臓重量の増加が抑制されたのではないかと推察される。

以上のことより麦焼酎粕を食餌に添加することで, 高脂肪食による体重増加を抑制し, 血清脂質コントロールの改善, 白色脂肪細胞の増加抑制, 脂肪肝への移行抑制効果が見られた。焼酎粕が高脂血症の改善を行う機能性食品として利用出来る可能性があることが示唆された。

謝 辞

本研究にあたり御教授, 御協力いただきました南九州大学健康栄養学部食品健康学科山下實教授に感謝いたします。また本研究は平成19年度南九州大学学園奨励費によっておこなわれたものである。

参考文献

- 1) 厚生労働省: 平成18年人口動態統計(確定数)の概要。
- 2) メタボリックシンドロームの診断基準検討委員会: メタボリックシンドロームの定義と診断基準, 日本内科学会雑誌 **94** (4), 794-809 (2005)。
- 3) 横山定治: 焼酎粕の機能性調味料生産への利用, 日本醸造協会誌 **97** (3), 204-209 (2002)。
- 4) 大森俊郎: むぎ焼酎粕は宝の山, 日本醸造協会誌 **99** (6), 398-403 (2004)。
- 5) 板倉広重: 高脂血症—その原因と食事指導 第3版, 国民栄養振興会・(社)日本栄養士会栄養指導研究所編, 第一出版株式会社, pp. 45-47 (1996)。
- 6) Adetayo O.Omoni, Rotimi E.Aluko: 大豆食品とその有用な機能性—考えられる作用機構, 栄養学レビュー **14** (3), 2-14 (2006)。
- 7) 池口主弥・鏑田仁人・田畑篤志・高垣欣也: 松樹皮抽出物がラットの脂質代謝に及ぼす影響, 日本栄養・食糧学会誌 **59** (2), 89-95 (2006)。
- 8) 飯盛光葉・千葉政一・鹿子木和寛・外園英樹・吉松博信・島田達生: 赤ワインによる褐色脂肪組織の活性, 肥満研究 **12** (3), 199-205 (2006)。
- 9) 醸造物の成分, 日本醸造協会, pp. 139-141 (1999)。
- 10) 望月 聡・宮本安紀子・萩原美和子・竹嶋直樹・大森俊郎: オロチン酸投与によるラット脂肪肝に対する大麦焼酎粕の抑制効果, 日本醸造協会誌 **96** (8), 559-563 (2001)。
- 11) 望月 聡・宮本安紀子・萩原美和子・安松紀子・若林理絵・外園英樹・竹嶋直樹・大森俊郎: 酒類製造副生物がオロチン酸を投与したラットの脂肪肝に及ぼす影響, 大分大学教育福祉学部研究紀要 **27** (2), 197-206 (2005)。